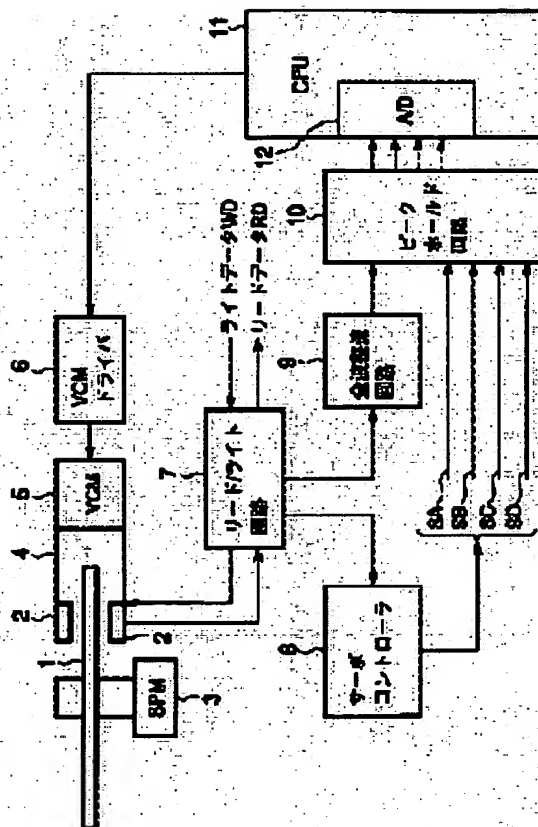


Patent number: JP2001189062
Publication date: 2001-07-10
Inventor: YAMAMOTO KOTARO
Applicant: TOSHIBA CORP
Classification:
- International: G11B21/10; G11B19/02
- european:
Appplication number: JP19990375289 19991228
Priority number(s):

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a consequentially high track density disk storage device by a write-in method of the servo data considering effects of erase width and its skew angle of particularly a write head.

SOLUTION: A disk drive that the skew angle of an actuator in the write head of a head 2 has a prescribed range of positive/negative values in an area in the radial direction of a disk 1, is disclosed. The servo data are written in the disk 1 from either direction of an outer peripheral side or an inner peripheral side considering the skew angle and the erase width accompanied with it. Thus, a data track group whose erase width becomes minimal is constituted on the disk 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-189062

(P2001-189062A)

(43)公開日 平成13年7月10日(2001.7.10)

(51) Int.Cl.?

G 1 1 B 21/10

19/02

識別記号

501

FI

G 1 1 B · 21/10

19/02

テークアウト* (参考)

F 5 D 0 9 6

W

501K

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-375289

(22) 出願日

平成11年12月28日(1999. 12. 28)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 山本 耕太郎

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社
東芝青梅工場内

(74) 代理人 100058479

井理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 5D096 AA02 CC01 DD08 EE03 HH10

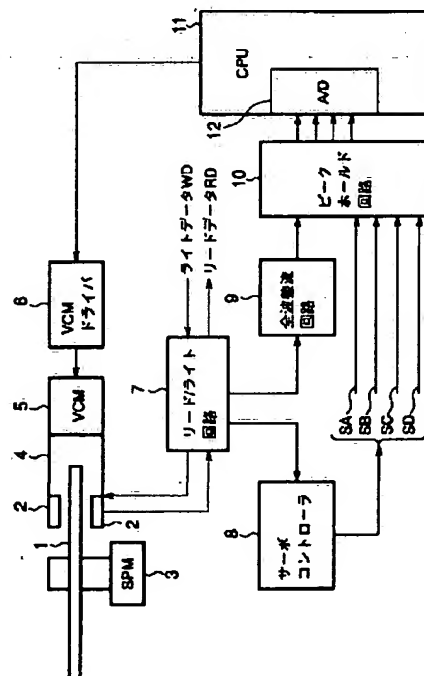
KK02 WW02 WW04

(54)【発明の名称】 ディスク記憶装置及びサーボデータ書き込み方法

(57) 【要約】

【課題】特にライトヘッドのイレーズ幅とそのスキュ角の影響を考慮したサーボデータの書き込み方法により、結果的に高トラック密度のディスク記憶装置を提供することにある。

【解決手段】ヘッド2のライトヘッドにおけるアクチュエータのスキャン角が、ディスク1上の半径方向の領域で正負値の所定範囲を有するディスクドライブが開示されている。ディスク1上には、スキャン角とそれに伴うイレーズ幅を考慮して、外周側又は内周側のいずれの方向から、サーボデータが書き込まれている。従って、ディスク1上には、イレーズ幅が最小限となるデータトラック群が構成されている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 データ記録媒体であるディスクと、
前記ディスクに対してデータの記録再生を実行するためのヘッドと、

前記ヘッドを搭載して、前記ディスク上の半径方向に移動させる機構であって、ある軸を中心に回転するロータリ型アクチュエータと、

前記ディスク上に記録されたサーボデータに基づいて、前記アクチュエータを駆動制御して、前記ヘッドの位置決め制御を実行する制御手段とを具備し、

前記サーボデータは、前記ディスクの内周側又は外周側の一方から半径方向に書き込まれて、書き込みヘッドの中心線と前記ディスクの走行方向とのなす角であるスキュー角がほぼゼロになる中間領域で切り替えられて内周側又は外周側の他方から半径方向に書き込まれていることを特徴とするディスク記憶装置。

【請求項2】 前記アクチュエータは、前記スキュー角が前記ヘッドに含まれるライトヘッドにおいて前記ディスク上において正、負いずれの値も有するロータリ型アクチュエータであり、

前記サーボデータは、前記ディスク上において、当該スキュー角が正である範囲においてはスキュー角の値が大きい領域からほぼゼロになる領域へ、また当該スキュー角が負である範囲においてはスキュー角の値が小さい方からほぼゼロになる領域へシフトしながら書き込まれていることを特徴とする請求項1記載のディスク記憶装置。

【請求項3】 前記アクチュエータは、前記スキュー角が前記ヘッドに含まれるライトヘッドにおいて前記ディスク上において正または負の一方の値であるロータリ型アクチュエータであることを特徴とする請求項1記載のディスク記憶装置。

【請求項4】 データ記録媒体であるディスクと、当該ディスクに対してデータの記録再生を実行するためのヘッドと、当該ヘッドを搭載するロータリ型アクチュエータとを有するディスク記憶装置に適用するサーボデータ書き込み方法であって、
前記ディスク上には、前記アクチュエータの書き込みヘッドの中心線と前記ディスクの走行方向とのなす角であるスキュー角の絶対値の大きい方から小さい方に対して前記ヘッドをシフトさせながらサーボデータを書き込むことを特徴とするサーボデータ書き込み方法。

【請求項5】 データ記録媒体であるディスクと、当該ディスクに対してデータの記録再生を実行するためのヘッドと、当該ヘッドを搭載するロータリ型アクチュエータとを有するディスク記憶装置に適用するサーボデータ書き込み方法であって、

前記ディスク上には、前記サーボデータの書き込みにより構成されるエリアで、データを記録するためのデータトラックを構成するためのサーボエリアが構成されており、

2

前記サーボデータを、前記ディスクの内周側又は外周側の一方から半径方向に書き込み、書き込みヘッドの中心線と前記ディスクの走行方向とのなす角であるスキュー角がほぼゼロになる中間領域で切り替えられて内周側又は外周側の他方から半径方向に書き込むことを特徴とするサーボデータ書き込み方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスク上に記録されたサーボデータに基づいて、ヘッド位置決め制御を実行し、かつディスク上にデータを記録するトラックを構成するディスク記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、特に小型のハードディスクドライブ（HDD）を代表とするディスク記憶装置は、図2に示すように、データ記録媒体であるディスク1と、データの記録再生を行なうための磁気ヘッド（以下単にヘッド）2とを有するヘッド・ディスクアセンブリが筐体に組み込まれた構造である。ディスク1は、スピンドルモータ（SPM）3に、1枚又は複数枚が固定されて、高速回転するように構成されている。

【0003】ヘッド2は、リードヘッド素子とライトヘッド素子とが実装されたスライダからなり、SPM3の回転により発生する空気流によりディスク1上に浮上している。ヘッド2は、ロータリ型アクチュエータ4に搭載されており、ボイスコイルモータ（VCM）5により、ディスク1上の半径方向に移動される。

【0004】HDDは、アクチュエータ4を駆動制御して、ヘッド2をディスク1上の目標位置（目標トラック）に位置決め制御するサーボシステムを有する。サーボシステムは、ドライブの制御装置であるマイクロコントローラ（CPU）をメイン要素とし、ディスク1上に記録されたサーボデータに基づいてヘッド位置決め制御を実行する。

【0005】最近のHDDでは、製造工程において、サーボトラックライタ（STW）と呼ばれる専用装置により、ディスク1上にセクタサーボ方式のサーボデータが記録される。セクタサーボ方式は、図3に示すように、ヘッド2によりユーザデータが記録されたデータトラック中に、サーボデータが記録されたサーボエリアが埋め込まれた構成である。サーボエリアは、データトラック1周当たり、数十から数百のエリア数からなり、所定の間隔ごとに配置されている。

【0006】サーボエリアには、AGCパターンデータ、アドレスデータ、及びサーボバーストデータからなるサーボデータが記録されている。AGC（auto gain control）パターンデータは、サーボデータを読み出すためのヘッド2の出力レベルを調整する。アドレスデータは、トラックを識別するためのトラックコード及びトラック内のデータセクタを識別するた

3

めのセクタコードからなる。サーボバーストデータは、トラック内の位置を検出するための位置情報（位置誤差データ）の生成に使用される。位置誤差データとは、トラック中心線に対するヘッド2の位置誤差を意味する。サーボバーストデータは、データトラックの間隔の1/2あるいは1/3等数倍のトラック密度で書き込まれたバーストパターン（A～D）からなる。

【0007】ここで、図4を参照して、サーボシステムのヘッド位置決め制御の方法を簡単に説明する。同図（A）は、バーストパターンA～Dの配置と、ヘッド2の位置（HA、HB）との関係を示す。同図（B）は、バーストパターンA、Bを読出したときのヘッド位置（Y）と、その時のバースト信号振幅比（即ち位置誤差値E）との関係を示す。

【0008】バーストパターンA～Dは、図4（A）に示すように、それぞれトラック間隔の1/2づつずれて書き込まれている。位置決め制御では目標位置がトラック中心の場合には、サーボシステムのCPUは、バーストパターンA～Dの2種類のデータ（デジタルデータに変換したデータ）を使用して、位置誤差演算「 $(A - B) / (A + B)$ 」あるいは「 $(C - D) / (C + D)$ 」を実行して、位置誤差値（E）を算出する。

【0009】CPUは、算出した位置誤差量（E）に基づいて、VCM5を介してアクチュエータ4を駆動制御して、ヘッド2を目標トラックの中心に位置決めする。具体的には、CPUは、位置誤差量（E）がゼロになるように制御値を算出し、VCM5の駆動電流を制御する。図4の場合には、ヘッド2を位置HBから、トラック中心線上の位置HAになるように位置決め制御することになる。

【0010】なお、位置決めすべき目標位置がトラック中心とは限らない場合がある。即ち、リードヘッドとライトヘッドとが別々のヘッドの場合には、それぞれ任意の目標位置に位置決めする必要がある。従って、位置誤差量（E）がゼロでない目標位置に位置決めすることもある。

【0011】前述したように、サーボデータの書き込み工程では、STW装置を使用して、レーザ測長あるいはエンコーダにより精密に位置決めできるピン等をガイドにして、アクチュエータ4（またはヘッド2）を、トラック間隔の1/2あるいは1/3等決められた間隔で送りながら、サーボデータを書き込む（図3を参照）。

【0012】サーボデータの書き込みシーケンスは、図7に示すような工程からなる。即ち、例えばディスク1上の外周側のトラック（N）から内周側のトラック（N+1）の方向に（同図（A）から同図（D）へ）、1/2トラックずつ順次シフトさせながら、データパターン70あるいはDCイレース71の一方を選択して書き込む。ここで、データパターン72は残存データを意味する。このような書き込み工程により、各トラック毎に、

4

AGCパターン、アドレスパターン及びバーストデータパターン（A～D）からなるサーボデータが書き込まれる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来のサーボデータの書き込み方式は、ディスク1の最外周から最内周へ、あるいは、最内周から最外周へ順次ヘッド2をシフトさせながら、トラック毎のサーボデータを書き込む。このサーボデータ書き込み方式は、相対的にトラック密度が低い場合には、それ程大きな問題はなかった。

【0014】しかし、高トラック密度化に対する要求に伴って、ヘッド2のエッジでのイレース幅の問題が顕著になってきている。図11（A）は、ヘッド2に含まれるライトヘッド（インダクティブ薄膜ヘッド）の発生磁界の分布（115）と、それにより書かれたデータ（110）の概念図を示す。なお、112はライトヘッドの上部磁極であり、113はライトギャップであり、114は下部磁極である。

【0015】図11（A）に示すように、ライトヘッドのライトギャップ113の端部にも、ディスク1の保持力Hc以上の磁界を発生する部分がある。この端部では、ギャップ113内と異なり、ディスク1上の記録データを消去できるものの、データを書き込む程度の十分な磁界は発生しない。このため、ディスク1上の記録データ110の両端には、データのないイレース状態と同じ幅（イレース幅111）が発生する。

【0016】また、HDDでは、スキュー（skew）角を有するロータリ型アクチュエータ4が使用されている。このため、図11（B）、（C）に示すように、ライトヘッドにはスキュー角（116）が発生する。スキュー角（116）とは、ヘッド走行方向（118）とヘッドの中心線（117）方向のなす角である。同図（B）はスキュー角が負の値の場合であり、同図（C）はスキュー角が正の値の場合を示す。

【0017】このようなスキュー角の影響により、図11（B）、（C）に示すように、ライトヘッドによるデータ（110）の書き込みが実行されたときに、片側のイレース幅（111）が一方よりも幅広くなる現象が発生する。低トラック密度で、イレース幅に対してライトヘッドの記録幅が相対的に広い場合には、多少のイレース幅が発生してもそれ程問題はない。しかしながら、高トラック密度では、下記のような問題が顕著になってきた。

【0018】ところで、ロータリ型アクチュエータ4でのスキュー角は、トラック半径位置、アクチュエータ回転中心とヘッドギャップ間の距離、アクチュエータ回転中心とディスク回転中心との関係、及びヘッドギャップの初期アジマス角などにより決定される。このスキュー角の設計は、ヘッドの浮上量コントロール、スキュー角の最大

5

値制限、及びドライブの機構系の寸法制限等により決められる。最近のHDDでは、ディスク1上のデータエリアにおける半径方向の内周側から外周側にかけて、スキュー角は±15度程度の大きな変化幅を有する。

【0019】このような-15度から+15度のような大きい範囲で、スキュー角が変化する場合に、ディスク1上におけるサーボデータの記録状態を、図8及び図9に示す。ここで、仮にディスク1の内周側でのスキュー角を-15度とし、外周側でのスキュー角を+15度として、外周側から内周側に順次ヘッド2をシフトさせて、サーボデータを書き込む場合を想定する(図7も参照)。図11(C)に示すように、ヘッド2が外周側に位置している場合には、外周側のイレース幅(111)はスキュー角の影響で相対的に狭くなっている。この状態で外周側から内周側にサーボデータを書き込むと、内周部のデータは、次のサーボデータの書き込みによりデータが更新されるので、相対的に狭いイレース幅がディスク1上に残る(図9を参照)。

【0020】これに対して、図11(B)に示すように、ヘッド2が内周側に位置している場合には、外周側のイレース幅(111)はスキュー角の影響で相対的に広がる。この状態で外周側から内周側にサーボデータを書き込むと、内周部には外周部に対して幅広いイレース幅(111)ディスク1上に残る(図8を参照)。

【0021】要するに、従来のHDDでは、サーボデータの書き込み工程において、ライトヘッドのイレース幅のスキュー角の依存性を考慮せず、ディスク上の内周側から外周側あるいは外周側から内周側へのサーボデータの書き込み動作がなされている。このため、高トラック密度化と共に、ディスクの半径領域で広い範囲のスキュー角がある場合には、外周側あるいは内周側の幅広いイレース幅の問題が顕著になっている。即ち、幅広いイレース幅が発生すると、特に図10に示すように、位置誤差値とヘッド位置との関係において、理想的な線形性(101)に対して、不感帯が発生するような特性(100)となる問題が生じる。

【0022】そこで、本発明の目的は、特にライトヘッドのイレース幅とそのスキュー角の影響を考慮したサーボデータの書き込み方法により、結果的に高トラック密度のディスク記憶装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、特にライトヘッドにおけるアクチュエータのスキュー角が、ディスク上の半径方向の領域で正負値の所定範囲を有するディスク記憶装置において、サーボデータの書き込み工程時に、外周側又は内周側のいずれの方向からスキュー角がほぼゼロの中間領域まで書き込み、この中間領域から書き込み方向を切り替えることにより、イレース幅を最小限にしたサーボエリアを構成したディスクを備えた装置である。

6

【0024】具体的には、本装置は、データ記録媒体であるディスクと、ディスクに対してデータの記録再生を実行するためのヘッドと、ヘッドを搭載して、前記ディスク上の半径方向に移動させる機構であって、ライトヘッドの中心線と当該ライトヘッドの移動方向のなす角であるスキュー角を有するアクチュエータと、ディスク上に記録されたサーボデータに基づいてアクチュエータを駆動制御して、ヘッドの位置決め制御を実行する制御手段とを具備し、サーボデータは、ディスクの内周側又は外周側的一方から半径方向に書き込まれて、前記スキュー角がほぼゼロになる中間領域で切り替えられて内周側又は外周側の他方から半径方向に書き込まれているディスクドライブである。

【0025】このような構成により、ディスク上の全データエリアにおいて、各データトラック間に発生するイレース幅を最小限にできるため、結果的に高トラック密度化を実現することが可能となる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0027】(ディスクドライブの構成) HDDは、図1に示すように、ディスク1、ヘッド2、スピンドルモータ(SPM)3、ロータリ型アクチュエータ4、及びボイスコイルモータ(VCM)5を有するヘッド・ディスクアセンブリを有する(図2を参照)。

【0028】さらに、HDDは、サーボシステム及びリード/ライト信号処理系を有する。リード/ライト信号処理系は、リード/ライト回路(リード/ライトチャンネル)7をメイン要素とし、ヘッド2と図示しないディスクコントローラ間のリード/ライトデータ(RD, WD)の入出力及び信号処理を実行する。

【0029】サーボシステムはヘッド位置決め制御系を構成し、大別してサーボコントローラ8、全波整流回路9、ピークホールド回路10及びA/Dコンバータ12を含むマイクロコントローラ(CPU)11からなる。サーボコントローラ8は、リード/ライト回路7より再生されたリード信号(サーボデータ)に含まれるアドレスデータ(トラックコードとセクタコード)を読み取る。また、サーボコントローラ8は、当該リード信号からピークホールド回路10のサンプルタイミングを決定するサンプル信号SA~SDを生成して出力する。

【0030】ピークホールド回路10は、サンプル信号SA~SDのタイミングで、リード/ライト回路7及び全波整流回路9を介して生成されたサーボバーストデータ(バーストパターンA~D)の各ピーク値をサンプルホールドし、CPU11に出力する。CPU11は、ピークホールド回路10によりホールドされた各ピーク値をA/Dコンバータ12でデジタルデータに変換し、位置誤差データとして読み込む。CPU11は、後述するように、制御値を算出してVCMドライバ6を制御す

7

ることにより、シーク制御（速度制御）及び位置制御（目標トラック内のトラック追従制御）を実行する（ヘッド位置決め制御）CPU11は、サーボコントローラ8により再生されたアドレスデータを使用して、ヘッド2をディスク1上の目標トラックまで移動させるシーク制御（速度制御）を実行する。目標トラックは、アドレス対象のデータセクタを含むデータトラックである。

【0031】次に、CPU11は、目標トラックからヘッド2（リードヘッド）により読出されたサーボパーストデータ（A～D）を使用して、位置誤差演算「 $(A-B)/(A+B)$ 」あるいは「 $(C-D)/(C+D)$ 」を実行し、トラック中心千に対するヘッド2の位置誤差値（E）を算出する。そして、CPU11は、算出した位置誤差量（E）に基づいて、VCMドライバ6を介してVCM5（即ちアクチュエータ4）を駆動制御して、ヘッド2を目標トラックの中心に位置決めする（図4を参照）。具体的には、CPUは、位置誤差量（E）がゼロになるように制御値を算出し、VCMドライバ6を制御して位置制御を実行する。

【0032】（サーボデータの書き込み方法）次に、図5及び図6を参照して、同実施形態に係るサーボデータの書き込み方法を説明する。

【0033】まず、サーボデータの書き込み工程では、前述したように、STW装置を使用し、ドライブに組み込まれたヘッド2のライトヘッドをディスク1上の半径方向にシフトしながら、サーボデータが記録される。

【0034】ここで、アクチュエータ4に搭載されたヘッド2に含まれるライトヘッドには、図11（B）、（C）に示すように、スキュ角が発生する。このスキュ角は、ディスク1の半径方向の領域に応じて、正負の値からなる範囲で変化する。即ち、ライトヘッドが、ディスク1上の内周側に位置している場合には、同図（B）に示すように、スキュ角が負の値となり、外周側のイレース幅（111）が相対的に幅広となる。一方、外周側に位置している場合には、同図（C）に示すように、スキュ角が正の値となり、内周側のイレース幅（111）が相対的に幅広となる。

【0035】そこで、同実施形態では、サーボデータの書き込み時には、当該スキュ角を考慮した、書き込みシーケンスを実行する。具体的には、図11（B）に示すように、ディスク1上の内周側に位置して、ライトヘッドのスキュ角が負の値となる場合には、図5に示すように、内周側から外周側に、ヘッド2をシフトさせながらサーボデータを書き込む。図5において、50は、所定のイレース幅を有するイレースエリアであり、また51はサーボデータを構成する各データパターン（AGCデータ、アドレスデータ、パーストデータ）を意味している。

【0036】このような書き込みシーケンスにより、ま

8

ず同図（A）に示すように、相対的に内周側のトラックの1/2間隔にサーボデータ51を書き込む。この時点では、内周側のイレース幅（50）は、外周側より相対的に狭い。さらに、同図（B）に示すように、相対的に外周側のトラックの1/2間隔にサーボデータ51を書き込む。この時点では、前回に記録されたサーボデータの外周側のイレース幅（50）は、内周側と同一となり相対的に狭い幅になる。

【0037】一方、図11（C）に示すように、ディスク1上の外周側に位置して、ライトヘッドのスキュ角が正の値となる場合には、図6に示すように、外周側から内周側に、ヘッド2をシフトさせながらサーボデータを書き込む。図6において、60は、所定のイレース幅を有するイレースエリアであり、また61はサーボデータを構成する各データパターン（AGCデータ、アドレスデータ、パーストデータ）を意味している。

【0038】このような書き込みシーケンスにより、まず同図（A）に示すように、相対的に外周側のトラックの1/2間隔にサーボデータ61を書き込む。この時点では、外周側のイレース幅（60）は、内周側より相対的に狭い。さらに、同図（B）に示すように、相対的に内周側のトラックの1/2間隔にサーボデータ61を書き込む。この時点では、前回に記録されたサーボデータの内周側のイレース幅（50）は、外周側と同一となり相対的に狭い幅になる。

【0039】以上のように、内周側から外周側へ、または外周側から内周側へのいずれの方向からサーボデータを書き込み、ディスク1上の中間領域であるスキュ角がほぼゼロとなるエリアで、サーボデータの書き込みを他方の方向に切り替える。従って、当該中間領域に対して、ディスク上の外周側領域及び内周側領域のいずれの領域でも、相対的に狭いイレース幅のみを残すだけで、各データトラックごとのサーボデータを記録することができる。

【0040】従って、ディスク上のデータエリアにおいて、全体的にデータトラック間のイレース幅を狭くできるため、結果的に高トラック密度を実現することが可能となる。なお、書き込み方向の切り替え領域である中間領域では、サーボデータの書き込み状態に従って、通常のデータトラックとして使用できない領域（即ち、トラックアドレスを書き込めない領域）が発生する可能性がある。しかし、トラック密度全体に影響を与えるほどではない。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、特にライトヘッドによるイレース幅とそのスキュ角の影響を考慮したサーボデータの書き込み方法により、ディスク上にデータトラック間のイレース幅を狭くすることができる。従って、結果的に高トラック密度のディスク記憶装置を提供することができる。

9

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に関するディスクドライブの要部を示すブロック図。

【図2】従来のディスクドライブの構造を示す斜視図。

【図3】従来のディスク上に記録されたサーボデータの構成を示す図。

【図4】従来のヘッド位置決め制御方法を説明するための図。

【図5】同実施形態に関するサーボデータの書き込み方法を説明するための図。

【図6】同実施形態に関するサーボデータの書き込み方法を説明するための図。

【図7】従来のサーボデータの書き込み工程を示す図。

【図8】従来のライトヘッドによるイレーズ幅とサーボデータの記録状態との関係を説明するための図。

【図9】従来のライトヘッドによるイレーズ幅とサーボデータの記録状態との関係を説明するための図。

10

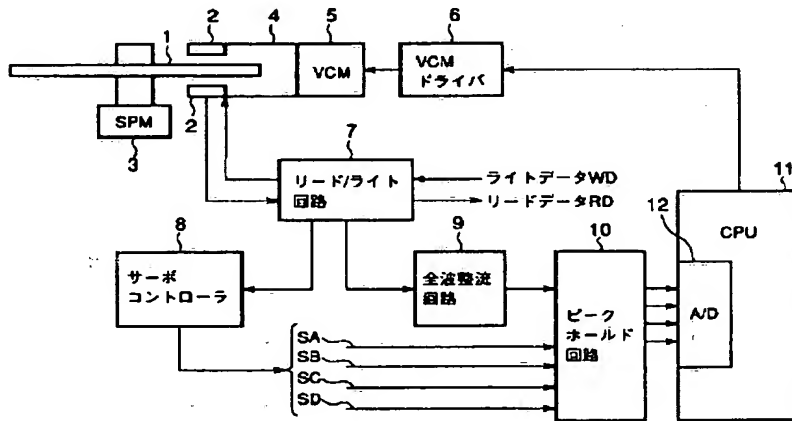
*【図10】従来のリードヘッドの読出し動作におけるイレーズ幅の問題を説明するための図。

【図11】従来のライトヘッドにおけるエッジでのイレーズ幅の問題を説明するための図。

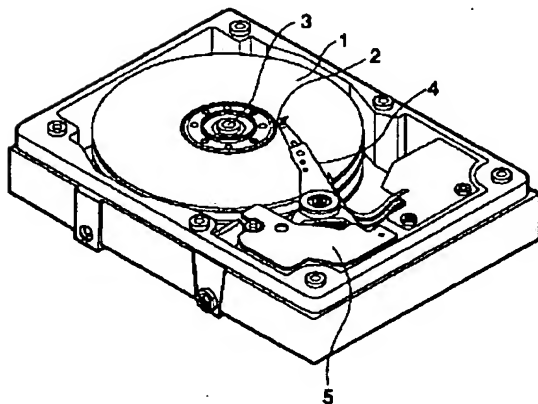
【符号の説明】

- 1…ディスク
- 2…ヘッド
- 3…スピンドルモータ (SPM)
- 4…ロータリ型アクチュエータ
- 5…ボイスコイルモータ (VCM)
- 6…VCMドライバ
- 7…リード/ライト回路
- 8…サーボコントローラ
- 9…全波整流回路
- 10…ピークホールド回路
- 11…マイクロコントローラ (CPU)
- 12…A/Dコンバータ

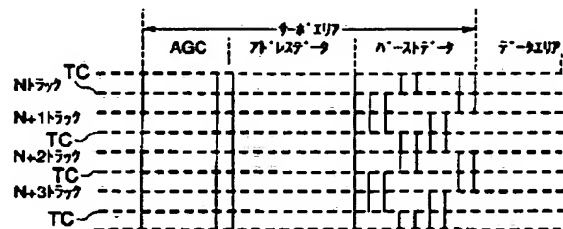
【図1】



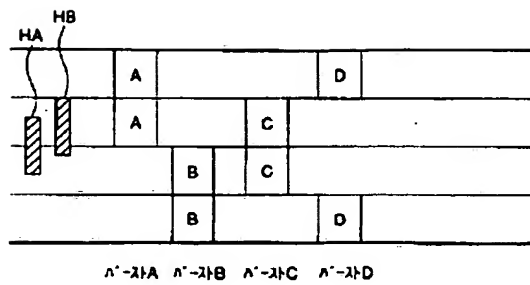
【図2】



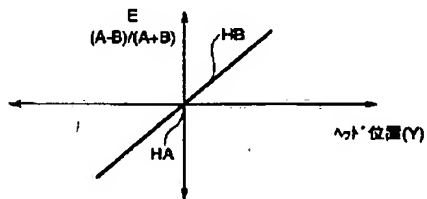
【図3】



【図4】

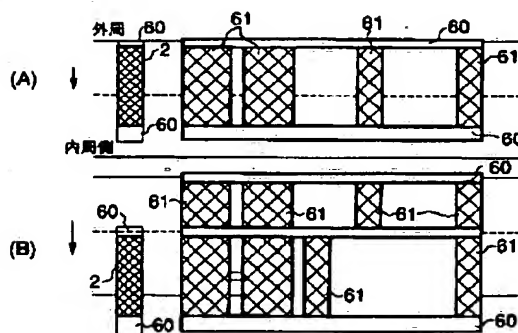


(A)



(B)

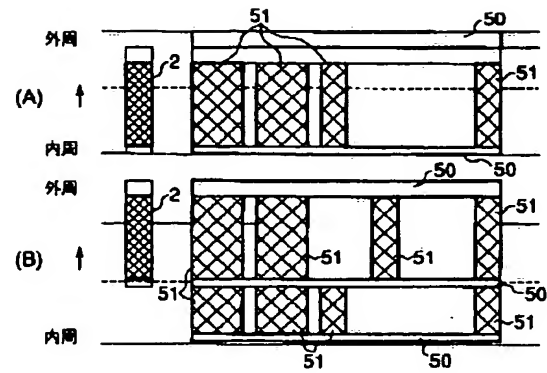
【図6】



(A)

(B)

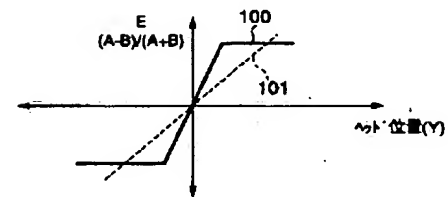
【図5】



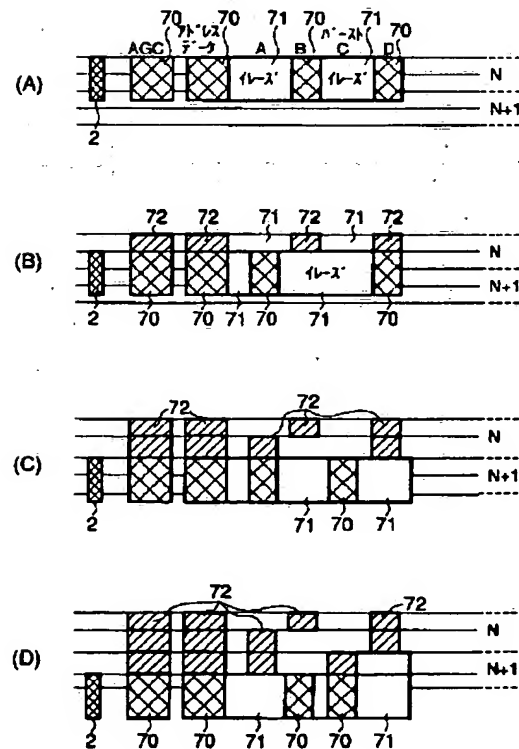
(A)

(B)

【図10】



【図7】



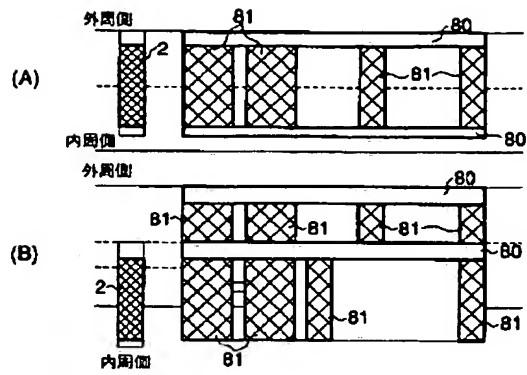
(A)

(B)

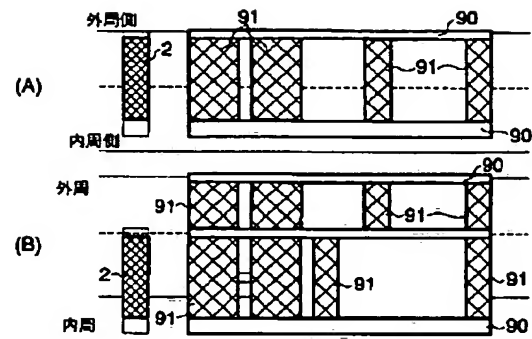
(C)

(D)

【図8】



【図9】



【図11】

